
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
2012/2013 Academic Session

January 2013

EEK 472 – POWER SYSTEM ANALYSIS
[ANALISA SISTEM KUASA]

Masa : 3 jam

Please check that this examination paper consists of **FOURTEEN (14)** pages of printed material before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **EMPAT BELAS (14)** muka surat muka surat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini]*

Instructions: This question paper consists **SIX (6)** questions. Answer **FIVE (5)** questions. All questions carry the same marks.

[Arahan: Kertas soalan ini mengandungi **ENAM (6)** soalan. Jawab **LIMA (5)** soalan. Semua soalan membawa jumlah markah yang sama]

Answer to any question must start on a new page.

[Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru]

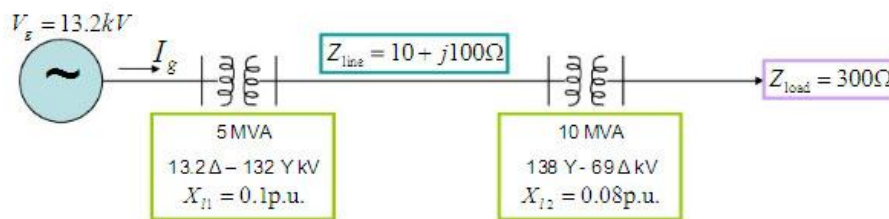
“In the event of any discrepancies, the English version shall be used”.

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai]

1. (a) Terangkan secara ringkas kelebihan-kelebihan sistem per unit.
Merujuk kepada Rajah 1(a), menyelesaikan arus sumber (I_g), arus talian penghantaran (I_l), arus beban, voltan beban dan kuasa purata beban dengan menggunakan system per-unit. Gunakan 10 MVA untuk asas VA dan 13.8 kV untuk asas voltan pada penjana.

Briefly describe the advantages of per-unit system.

Referring to Figure 1(a), solve the source current (I_g), transmission line current (I_l), load current, load voltage and load average power using per-unit system. Use base VA of 10 MVA and base voltage of 13.8 kV at the generator.



Rajah 1(a)
Figure 1(a)

(40 markah/marks)

- (b) Faktor kuasa yang rendah adalah tidak diingini dalam sistem kuasa dari pandangan ekonomi, terangkan secara ringkas kelemahan-kelemahan faktor kuasa yang rendah.

Sebuah motor segerak memperbaiki faktor kuasa beban 200 kW daripada 0.8 menyusul kepada 0.9 menyusul. Pada masa yang sama motor membawa beban sebanyak 80 kW. Kira.

Low power factor is undesirable in power system from economic point of view, briefly describe the disadvantages of low power factor.

A synchronous motor improves the power factor of a load of 200 kW from 0.8 lagging to 0.9 lagging. Simultaneously the motor carries a load of 80 kW. Calculate.

- (i) KVAR mendahului yang diambil oleh motor

The leading kVAR taken by the motor

- (ii) Kadaran kVA motor

kVA rating of the motor

- (iii) Faktor kuasa di mana motor beroperasi

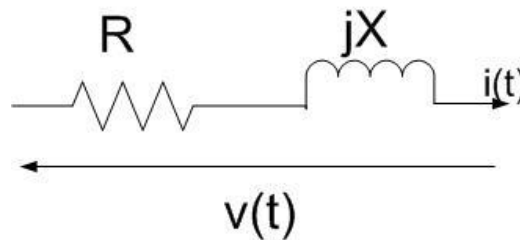
Power factor at which the motor operates

(35 markah/marks)

- (c) Merujuk kepada Rajah 1(b) dan diberi $R = 8 \text{ ohm}$, $X = 6 \text{ ohm}$, $v(t) = (\sqrt{2})100 * \sin \omega t$ volt, $i(t) = I_m * \sin (\omega t + \delta_i)$. Tentukan

*Referring to Figure 1(b) and given $R=8 \text{ ohm}$, $X= 6 \text{ ohm}$, $v(t) = (\sqrt{2})100 * \sin \omega t$ volts, $i(t) = I_m * \sin (\omega t + \delta_i)$. Determine*

- (i) Faktor kuasa beban
Load power factor
- (ii) Nilai maksimum kuasa seketika dihantar ke beban, $p(t)$
Maximum value of Instantaneous power delivered to the load, $p(t)$



Rajah 1(b)
Figure 1(b)

(25 markah/marks)

2. (a) Sebuah pengubah tiga fasa dengan 250 MVA, 15.75/240 kV, 50 Hz mempunyai kehilangan sebanyak 120 kW apabila tiada beban, kehilangan beban 500 kW pada beban penuh pada 75°C dan kejatuhan voltan regangan 14% pada kadaran beban. Tentukan

A 250 MVA, 15.75/240 kV, three-phase, 50 Hz transformer having no-load loss of 120 kW, load-loss 500 kW at full-load at 75°C and reactance voltage drop 14% at rated load. Determine

- (i) Kecekapan pada beban penuh, faktor kuasa satu
Efficiency at full-load, unity power factor
- (ii) Kecekapan pada beban $\frac{3}{4}$, faktor kuasa 0.8 mengekor
Efficiency at $\frac{3}{4}$ load, power factor of 0.8 lagging

(35 markah/marks)

...5/-

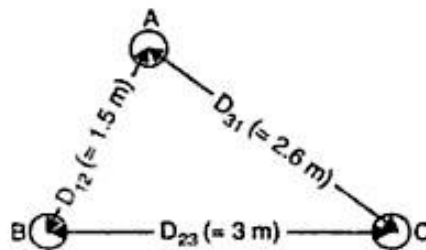
- (b) Apakah perbezaan asas antara konduktor ikatan dan konduktor komposit? Terangkan secara ringkas kelebihan-kelebihan konduktor ikatan.

What is the basic difference between a bundled conductor and a composite conductor? Briefly explain the advantages of bundled conductors.

(25 markah/marks)

- (c) Sesuatu talian 3-fasa beroperasi pada 50 Hz dan disusun seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2. Diameter konduktor ialah 8 mm dan talian dialih secara teratur. Tentukan kearuhan dan kapasitan setiap km bagi talian penghantaran.

A single 3-phase line operated at 50 Hz is arranged as shown in Figure 2. The conductor diameter is 8 mm and the line is regularly transposed. Determine the inductance and capacitance per km for the transmission line.



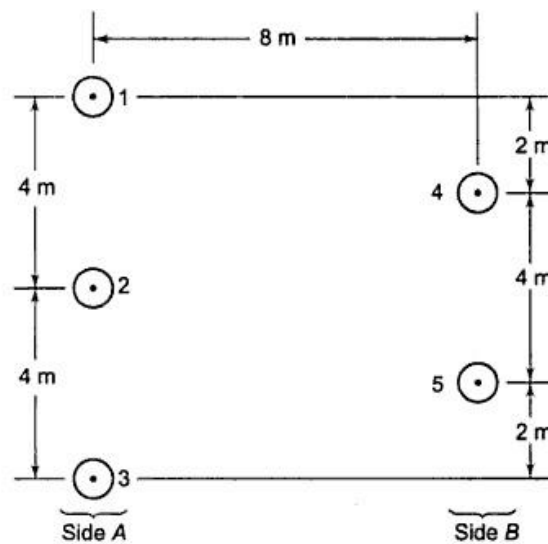
Rajah 2
Figure 2

(40 markah/marks)

3. (a) Susunan pengalir talian penghantaran fasa tunggal ditunjukkan dala Rajah 3(a). Litar hadapan terdiri daripada tiga wayar kukuh dengan diameter 5 mm dan litar pulangan dengan dua wayar berdiameter 10 mm yang diletakkan simetri dengan merujuk kepada litar hadapan. Cari kearuhan setiap talian dan talian lengkap.

The arrangement of conductors of a single-phase transmission line is shown in Figure 3(a). The forward circuit is composed of three solid wires with diameter of 5 mm and the return circuit of two-wires of diameter 10 mm is placed symmetrically with respect to the forward circuit. Find the inductance of each side of the line and that of the complete line.

(40 markah/marks)

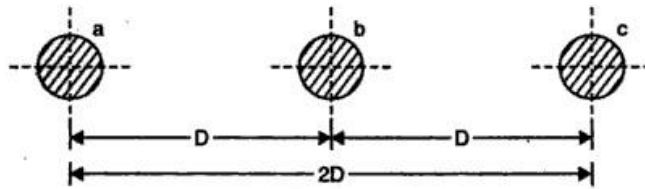


Rajah 3(a)
Figure 3(a)

3. (b) Terbitkan persamaan untuk cas per meter konduktor bagi talian untransposed tiga fasa yang ditunjukkan dalam Rajah 3(b). Voltan yang dikenakan adalah tiga fasa seimbang, 50 Hz. Voltan fasa-a diambil sebagai pemfasa rujukan. Semua konduktor mempunyai jejari yang sama, r . Abaikan kesan bumi.

Derive an expression for the charge per meter length of conductor of an untransposed three-phase line shown in Figure 3(b). The applied voltage is balanced three phase, 50 Hz. Voltage of phase-a is taken as reference phasor. All conductors have the same radii, r . Neglect the effect of ground.

(60 markah/marks)



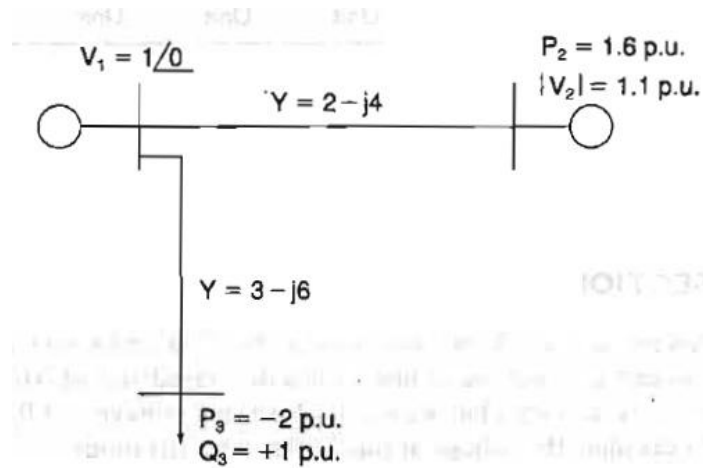
Rajah 3(b)
Figure 3(b)

4. (a) Pertimbangkan sistem kuasa elektrik yang ditunjukkan dalam Rajah 4(a), bus 1 ialah swing bus, bus 2 ialah voltan terkawal bus dan bus 3 ialah bus beban. Tanpa menggunakan teknik lelaran, tentukan

Consider the electric power system shown in Figure 4(a), bus 1 is swing bus, bus 2 is voltage-controlled bus and bus 3 is load bus. Without using iterative techniques, determine

- (i) Unsur-unsur matriks admitans bus, Y_{bus}
Elements of the bus admittance matrix, Y_{bus}
- (ii) Fasa sudut δ_2 pada bus 2 dengan menggunakan persamaan kuasa purata
Phase angle δ_2 at bus 2 by using real power equation
- (iii) Voltan $|V_3|$ dan fasa sudut δ_3 dengan menggunakan kedua-dua persamaan kuasa purata dan kuasa reaktif pada bus 3
Voltage $|V_3|$ and phase angle δ_3 by using both the real and reactive power equation at bus 3
- (iv) Kuasa purata yang dijana pada bus 1
Real power generated at bus 1
- (v) Jumlah kehilangan kuasa purata dalam sistem
Total real power losses in the system

(50 markah/marks)

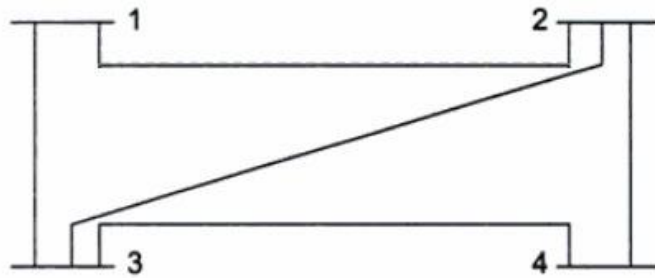


Rajah 4(a)
Figure 4(a)

- (b) Rajah 4(b) menunjukkan rajah satu garis sistem dengan empat bus. Jadual 4(a) memberikan galangan talian yang dikenalpasti oleh bus di mana talian ini disambungkan. Penjana disambungkan pada keempat-empat bus dan beban disambungkan pada bus 2 dan 3. Nilai kuasa purata dan kuasa reaktif disenaraikan di Jadual 4(b). Anggapkan bahawa $|V_2| = 1.04$ pu. Tentukan matriks admintans bus, Y_{BUS} . Kirakan Q_2 , δ_2 , V_3 , dan V_4 pada akhir lelaran Gauss-Seidel yang pertama.

Figure 4(b) shows the one-line diagram of a simple four-bus system. Table 4(a) provides the line impedances identified by the buses on which these lines connect. Generators are connected at all the four buses and loads are at buses 2 and 3. Values of real and reactive powers are listed in Table 4(b). Assume that $|V_2| = 1.04$ pu. Determine the bus admittance matrix, Y_{BUS} . Calculate Q_2 , δ_2 , V_3 , and V_4 at the end of the first Gauss-Seidel iteration.

(50 markah/marks)



Rajah 4(b)
Figure 4(b)

Jadual 4(a)
Table 4(a)

Line, bus to bus	R, pu	X, pu
1-2	0.05	0.15
1-3	0.10	0.30
2-3	0.15	0.45
2-4	0.10	0.30
3-4	0.05	0.15

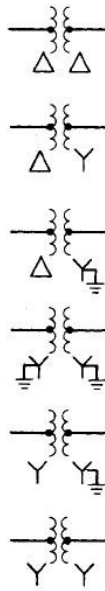
Jadual 4(b)
Table 4(b)

Bus	Pi, pu	Qi, pu	Vi, pu	Bus type
1	-	-	1.04+j0	Slack bus
2	0.5	-0.2	-	PV bus
3	-1.0	0.5	-	PQ bus
4	0.3	-0.1	-	PQ bus

5. (a) Lukiskan litar setara jujukan sifar untuk pengubah dalam Rajah 5(a).

Draw the zero sequence equivalent circuits for the transformers in the Figure 5(a).

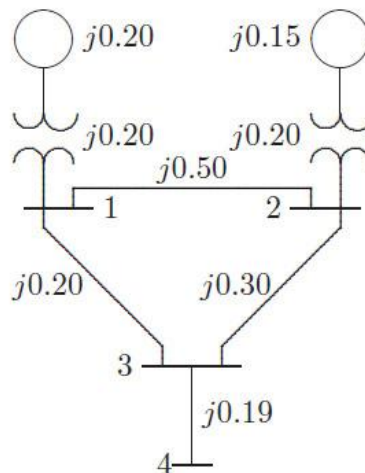
(30 markah/marks)



Rajah 5(a)
Figure 5(a)

- (b) Gambarajah satu garis untuk sistem kuasa empat bus ditunjukkan dalam Rajah 5(b). Setiap penjana diwakili oleh emf di belakang regangan fana. Semua galangan dinyatakan dalam per unit pada asas MVA umum. Semua rintangan dan kapasitans shunt diabaikan. Penjana beroperasi pada keadaan tanpa beban pada voltan kadaran mereka dengan emfs mereka dalam fasa. Satu bolted tiga fasa fault berlaku pada bus 4.

The one-line diagram of a simple four-bus power system is shown in Figure 5(b). Each generator is represented by an emf behind the transient reactance. All impedances are expressed in per unit on a common MVA base. All resistances and shunt capacitances are neglected. The generators are operating on no load at their rated voltage with their emfs in phase. A bolted three-phase fault occurs at bus 4.



Rajah 5(b)
Figure 5(b)

- (i) Dengan menggunakan teorem Th'evenin, dapatkan galangan kepada titik fault dan arus fault dalam per unit.

Using Th'evenin's theorem obtain the impedance to the point of fault and the fault current in per unit.

- (ii) Tentukan voltan bus dan arus talian semasa fault
Determine the bus voltages and line currents during fault

- (iii) Ulangi (a) dan (b) bagi fault pada bus 2 dengan impedans fault $Z_f = j0.0225$.

Repeat (a) and (b) for a fault at bus 2 with a fault impedance of $Z_f = j0.0225$.

(70 markah/marks)

6. (a) Sebuah penjana 50 Hz membekalkan 50% daripada kuasa yang ia mampu menyampaikan melalui talian penghantaran kepada satu bus infinit. Suatu fault berlaku di mana regangan antara penjana dan bus infinit ditingkatkan kepada 500% daripada nilai sebelum fault. Apabila fault diasingkan, kuasa maksimum yang boleh dihantar ialah 75% daripada nilai maksimum asal. Tentukan sudut genting bagi syarat-syarat yang diberikan.

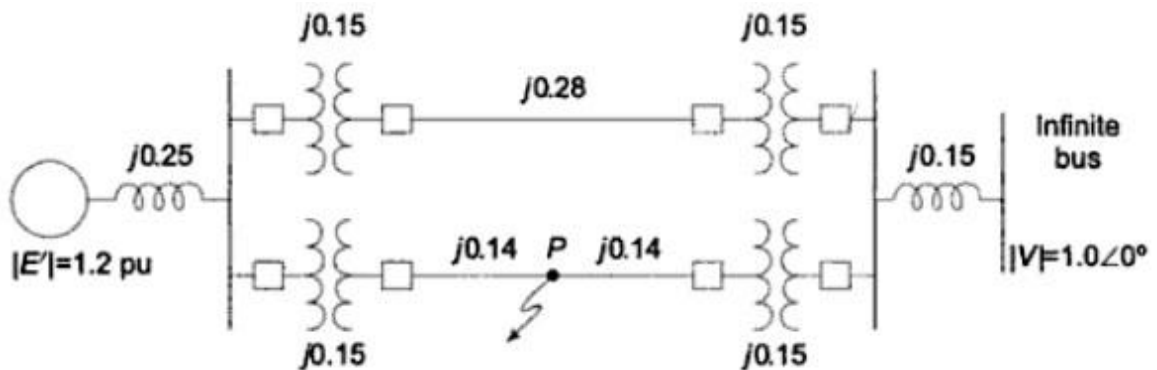
A 50 Hz generator is supplying 50% of the power that it is capable of delivering through a transmission line to an infinite bus. A fault occurs that increases the reactance between the generator and the infinite bus to 500% of the value before the fault. When the fault is isolated, the maximum power that can be delivered is 75 % of the original maximum value. Determine the critical angle for the given conditions.

(40 markah/marks)

- (b) Satu fault tiga fasa berlaku pada titik P dalam sistem yang ditunjukkan dalam Rajah 6. Penjana menyampaikan kuasa sebanyak 1.0 pu di bawah keadaan prefault. Cari sudut clearing kritikal bagi sistem

A three-phase fault occurs at point P in the system shown in Figure 6. The generator is delivering 1.0 pu power under prefault conditions. Find the critical clearing angle for the system.

(60 markah/marks)



Rajah 6
Figure 6

ooo0ooo